

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

ПРОГРАММНО–ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОФИЦИРОВАННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ «СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ»**

для студентов, магистров и аспирантов специальностей:
«Гидропневмоавтоматика нефтегазового оборудования»,
«Гидроэнергетика», «Машины и механизмы для нефтегазовых
промыслов», в том числе для иностранных студентов

Утверждено
редакционно–издательским
советом университета,
протокол № 1 от 16.01.2019г.

Харьков
НТУ «ХПИ»
2019

Программно–технические комплексы для управления гидрофицированным оборудованием. Харьков: НТУ «ХПИ», 2019. – 30 с.

Методические указания к выполнению самостоятельных работ студентов по дисциплине «Системы автоматического регулирования и управления» для аспирантов, магистров и студентов, занимающихся по специализациям: «Гидропневмоавтоматика нефтегазового оборудования», «Гидроэнергетика», «Машины и механизмы нефтегазовых промыслов», в том числе для иностранных студентов.

Составители: М.В. Черкашенко
О.В. Потетенко
А.И. Гасюк

Рецензент *А.Н. Фатеев*

Кафедра «Гидравлических машин им. Г.Ф. Проскуры»

Вступление

В гибких автоматизированных производственных системах во время автоматизации экспериментальных исследований систем гидропневмоприводов и автоматизации испытаний гидропневмоприводов используют программно–технические комплексы. Комплексы позволяют решать следующие задачи: формализацию описания работы автоматизированного объекта; выбор измерительно–вычислительного комплекса (ПТК) или его создание, т.е. разработку структуры аппаратной части и компоновки управляющего устройства и устройства связи с объектом; разработку комплектов прикладных программ управления объектом, обработку результатов испытаний и системных результатов для интерфейса контроллер–контроллер и компьютер–контроллер.

К основной проблеме на этапах разработки технического задания, программы и методики проведения испытаний относится способ задания условий работы объекта. Обычные способы задания условий работы объекта выполнялись разработчиками конструкторской документации в виде циклограммы. При этом описание условий работы для каждого режима испытаний должно быть в виде отдельной циклограммы. Часто циклограмма выполнялась одна с различными «устными дополнениями», что приводило к неоднозначности чтения условий работы конструктором–разработчиком описания и разработчиком системы управления объектом.

Как наиболее приемлемый способ формализованного описания работы объекта используем графы операций, которые позволяют полно и наглядно представить условия работы и обеспечить переход от математического описания к управляющей схеме (управляющей программы для программируемого контроллера).

ПТК – это агрегатно–модульные системы, которые содержат стандартные технические и программные средства. ПТК, которые серийно выпускаются промышленностью, бывают переносными, стационарными и

такими, что содержат ЭВМ с периферийными устройствами и устройствами связи с объектом.

Широкое применение персональных компьютеров и программируемых контроллеров позволило комплектовать безизбыточные ПТК непосредственно для решения конкретной задачи во время исследования систем гидропневмоприводов. В этом случае ПТК включает в себя персональный компьютер для сбора и обработки информации, программируемый контроллер для управления объектом и связи с объектом испытаний, интерфейс связи контроллер–контроллер и компьютер–контроллер (см. рис.1).

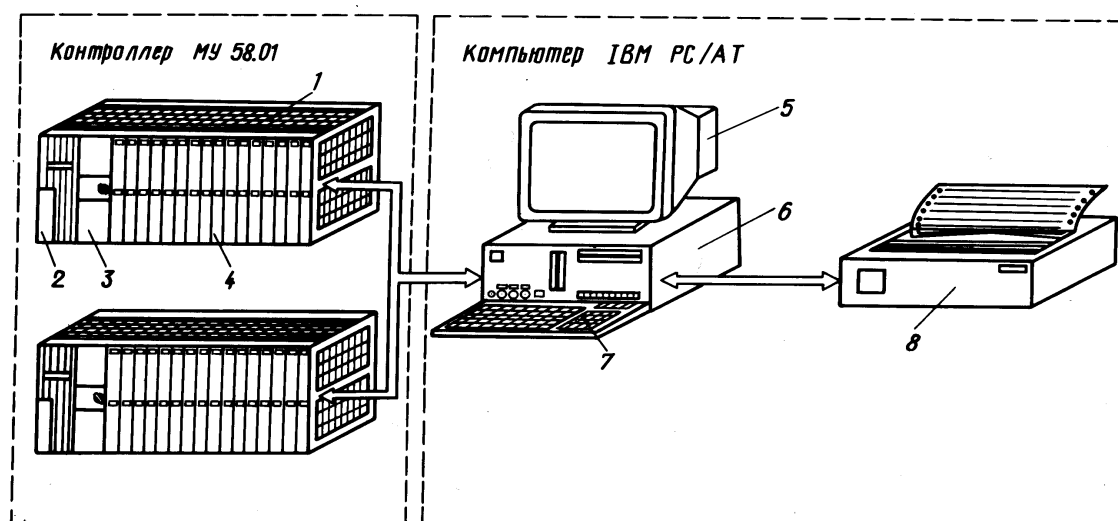


Рисунок 1– Внешний вид программно–технического комплекса: 1 – каркас; 2 – источник питания; 3 – микроЭВМ контроллера; 4 – модули связи; 5 – дисплей; 6 – микроЭВМ компьютера; 7 – клавиатура; 8 – печатающее устройство

Одним из важных этапов разработки структуры аппаратной части является этап компоновки управляющего устройства, который решается на стадии автоматизированного проектирования.

Программное обеспечение программно–технического комплекса включает в себя резидентное прикладное программное обеспечение для данного типа ПТК и специальное, написанное для конкретного объекта.

При создании ПТК специальное программное обеспечение разрабатывают для компьютера и интерфейса контроллер–контролер и компьютер–контроллер в рамках используемой операционной системы; для контроллера во время использования языка его программирования.

Список инструкций языка символьного кодирования можно найти в инструкции по эксплуатации контроллеров.

1. ПРОГРАММИРУЕМЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

В качестве технических средств для систем управления и систем автоматического регулирования в настоящее время применяются программируемые контроллеры (ПК), имеющие специальное программное обеспечение. Основными преимуществами является простота ввода и изменение программ управления, надежность, компактность, универсальность относительно объектов управления, стойкость к внешним влияниям, экономичность.

НПО (САУ) разработало ПК, которые в зависимости от количества входов–выходов делятся на такие модификации: МБ 57.01 (36 входов–выходов), МБ 57.02 (64 входов–выходов), МБ 57.03 (128 входов–выходов) и так до 2048 входов–выходов.

ПК являются изделиями, которые komponуют проектным путем, то есть без проведения опытно–конструкторских работ и технологической подготовки производства, из устройств, входящих в комплекс технических средств [1–4]. Потребитель может устанавливать в ПК необходимое оснащение с естественным охлаждением.

ПК содержит микропроцессорный контроллер, модули ввода–вывода, модуль электропитания, а также сервисное оснащение, в которое входит прибор программирования и отладки, который позволяет осуществлять запись программы потребителя в ПЗУ, а также стирать программу с помощью ультрафиолетового облучения; прибор ввода программ, который позволяет записывать программы на магнитную ленту и вводить их в ПК. Названные ПК позволяют обрабатывать дискретные сигналы постоянного тока напряжением 24В и переменного тока напряжением 110В и 220В, а также аналоговые сигналы.

Одним из известных представителей зарубежных контроллеров, которые используются для управления гидро– и пневмоприводами, есть свободнопрограммируемая электронная система управления Фесто–FPC. Система позволяет осуществлять процесс программирования независимо

от устройства управления, устанавливать платы запоминающего устройства в программируемое устройство. Система диагностики ошибок упрощает эксплуатацию контроллера. Сохранение программ заказчика осуществляется на вставных платах программного запоминающего устройства (ЗУ). Программируются платы электрически; во время сбоя питания их содержание сохраняется. Плата ЗУ имеет вместимость 1К по 16 бит, ее можно расширить вставными модулями до 4К.

Систему Фесто–FPC используют во многих областях промышленности: в металлообработке при управлении многопозиционными станками, станочными линиями, шлифовальными станками; в прессах для изготовления металлокерамических изделий; в сварочном оснащении; литейном производстве; для управления гидро– и пневмоприводами.

Наряду с электронными программируемыми системами управления, в последнее время рядом фирм выпускаются управляющие программируемые устройства на элементах гидropневмоавтоматики.

Так как программируемые контроллеры находят все большее распространение в связи с низкой стоимостью, развитой периферией, многочисленными устройствами связи с объектом, сервисным оборудованием, рассмотрим их более подробно на примере микроконтроллеров типов МБ 57.0, МУ 58.0 МикроДат и другие, которые выпускаются серийно.

В последнее время находят применение компьютерно–измерительные системы, которые содержат программируемый контроллер, персональный компьютер, часто IBM PC (AT), и интерфейс связи между ними.

2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Программное обеспечение программируемых контроллеров включает язык символьного кодирования, в основу которого положена булева алгебра и теория релейно–контактных схем. Вся информация, которая обрабатывается процессором, сосредоточена в таблице данных (ТД).

В процессе работы ПК инструкции программы последовательно, начиная с первой, считываются процессором из памяти рабочей программы (ПРП) и выполняются, т.е. изменяется состояние ТД. После выполнения последней инструкции происходит обмен информацией между определенной областью ТД и модулями ввода–вывода. Эти две фазы работы ПК «счет» и «обмен» – беспрерывно циклически повторяются. Первый цикл (после начального пуска) процессор проходит с результатом, который равняется нулю. Это значит, что во время первого прохода, независимо от результата вычислений функции, выходы, задействованные во всей программе, обнуляются, и сбрасываются слова, на которых будут включаться таймеры.

Процессор имеет указатель адреса инструкции, содержимое которой увеличивается на единицу при выполнении очередной инструкции. Во время выполнения последней инструкции программы указатель адреса устанавливается в нуль – адреса первой инструкции программы.

Процессор имеет два аккумулятора для накопления данных: одноразрядный – для операций с логическими инструкциями и шестнадцатиразрядный – для операций с многоразрядными инструкциями.

ПК может работать в трех режимах:

- 1) работа (РАБ) – выполнение рабочей программы (РП);
- 2) программирование/тестирование (П/Т) – ввод и редактирование РП, остановка выполнения цикла РП, блокирование обмена с модулями

ввода–вывода, снятие остановки выполнение цикла, блокирование обмена с модулями ввода–вывода;

3) рабочий.

Существуют две модификации микропроцессорного блока: МС 59.06 и МС 59.07.

Вся программируемая память блока МС 59.06 имеет объем 2000 слов, а МС 59.07 – 4000 слов (рис. 2). Программируемая память состоит из ТД ПРП, защищенной области, области задания маски обмена, области задания конфигурации, области задания текущего состояния, области диагностики отказов и сбоев.

Объем ТД и ПРП задается потребителем в процессе программирования и не может превышать в блоке МС 59.06 3717_8 слов, а в блоке МС 59.07 7717_8 слов. Программируемая память в общем случае может состоять из 8 секторов (00, 01,...,07) в блоке МС 59.06 и из 16 секторов (00, 01,...,17) – в МС 59.07. Объем одного сектора составляет 400_8 слов. В границах одного сектора помещаются адреса слов от 000 до 377_8 .

Процессор может читать информацию с ТД с четырехзначным или трехзначным адресом в восьмеричном формате соответственно списку инструкций.

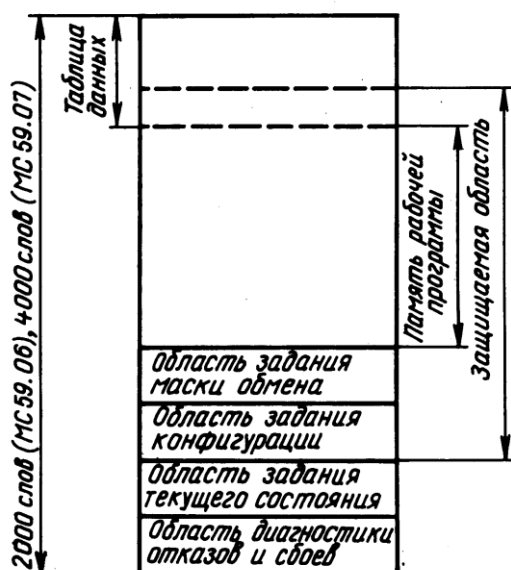


Рисунок 2.1 – Программируемая память

Минимальной информационной единицей, которая обрабатывается процессором, является бит. Бит принимает два возможных логических значения – 0 или 1. Канал модуля ввода или вывода дискретных сигналов отображен в ТД в виде бита. Упорядоченная совокупность из 16 бит образует слово. Биты в слове нумеруются двузначными восьмеричными числами 00, 01, ..., 17, младшие восемь бит слова образуют нулевой, а старшие – первый байт слова. Обработываемые программой потребителя данные (слово и биты) размещаются в ТД, где находится информация о состоянии модулей ввода–вывода. В фазе обмена процессор выполняет обмен информацией между дискретными модулями ввода–вывода и ТД. Схема обмена информацией между ТД и модулями ввода–вывода приведена на рис. 2.2.

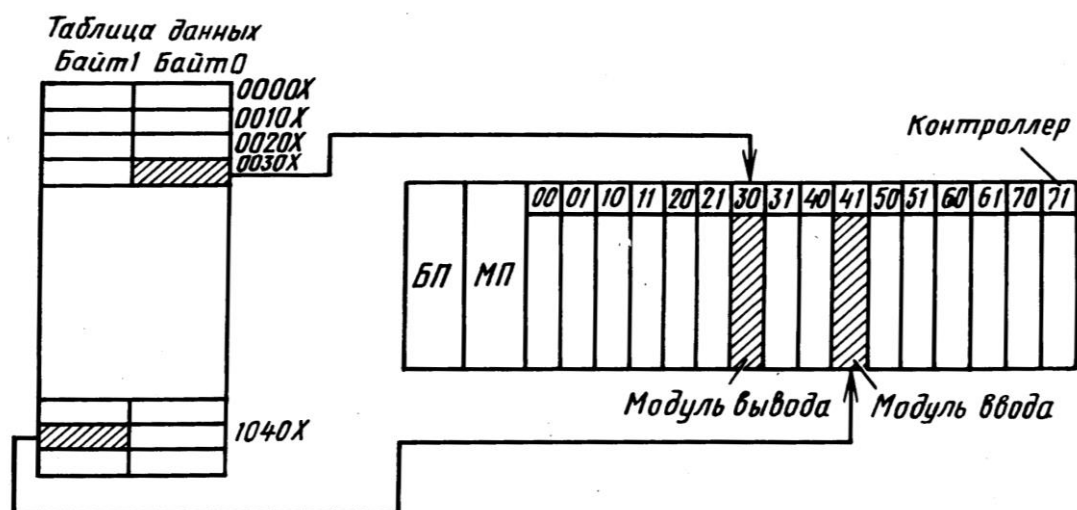


Рисунок 2.2 – Схема обмена информацией

В словах ТД, свободных от обмена между модулями ввода–вывода и ТД, могут быть организованы таймеры, счетчики. В свободные слова можно записывать биты промежуточной информации, разные константы. Примеры возможного распределения памяти, таблиц для распределения модулей ввода–вывода, побитного распределения ТД, распределения по словам приведены на рис. 2.3.

При работе на программаторе следует ввести маску обмена (информацию о наличии дискретного модуля в каркасе и разрешении обмена информацией с этим модулем) и конфигурацию (начало защищенной области рабочей программы и времени цикла).

Часть памяти потребителя, который называется защищенной памятью, может сохраняться по выбору потребителя в ОЗП с подпиткой от резервного источника питания или в ППЗУ с ультрафиолетовым стиранием. Содержимое защищенной части памяти может быть выведено на магнитную ленту или введено с магнитной ленты или введено и выведено с компьютера. Минимальный адрес, с которого может начинаться защищенная область, равняется 120_8 (номер слова в ТД). Из этого же адреса может начинаться и ПРП.

Максимально возможная ПРП в блоке МС 59.06 занимает объем от 120_8 до 3677_8 слов или имеет от 0 до 1903_{10} инструкций. Максимально возможная ПРП в блоке МС 59.07 занимает объем от 120_8 до 7677_8 слов или имеет от 0 до 3952_{10} инструкций. Максимальное время цикла составляет 426 мс и отвечает коду 0377_8 . Превышение времени цикла фиксируется в системных отказах.

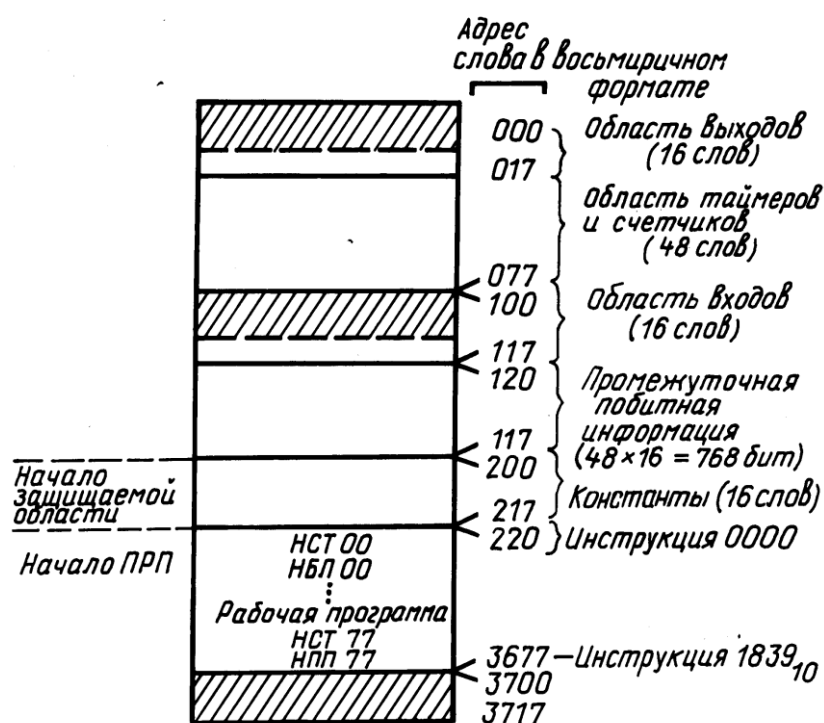


Рисунок 2.3 – Примеры возможного распределения памяти

Программа представляет собой упорядоченную последовательность инструкций, т.е. каждая инструкция имеет свой номер – четырехразрядное десятичное число. Инструкции – это распоряжения, которые выполняются процессором. Процессор выполняет не любые инструкции, а только те, которые входят в набор инструкций, заложенных в его память. Инструкция – наименьшая самостоятельная единица программы и в общем случае состоит из оператора и операнда.

Программа должна начинаться инструкциями НСТ 00 – начало сегмента 0, НБЛ.00 – начало блока 0 и заканчиваться инструкциями НСТ 77 – конец цикловой программы, НПП 77 – конец массива подпрограмм.

Программа делится на сегменты, начало любого из которых отмечается инструкцией «начало сегмента». В свою очередь, сегмент программы состоит из блоков, начало любого из которых отмечается инструкцией «начало блока». Максимально возможное число разных блоков в одном сегменте равняется 768. Максимально возможное число подпрограмм равняется восьми.

Число сегментов в программе, число блоков в сегменте, а также порядок преемственности блоков в сегменте могут быть произвольными. В частном случае весь сегмент может быть одним блоком, а вся программа – одним сегментом. Программа может состоять из одного сегмента и одного блока.

Каждый сегмент (за исключением нулевого) может находиться в одном из трех состояний:

вычисление – программа активного блока выполняется;

игнорирование – программа сегмента не выполняется;

обнуление – процессор проходит инструкции сегмента с результатом, который равняется нулю.

При первом проходе программы все сегменты находятся в обнулении. Это значит, что процессор проходит программу с результатом, который равняется нулю, и потому все выходы, которые включены в программу, обнуляются, а слова, на которые запущены таймеры на включение, сбрасываются. После команды НСТ 77 все сегменты устанавливаются в режим игнорирования.

В следующих проходах процессор при переходе от сегмента к сегменту пользуется информацией области пометок активных блоков. В эту область заносится информация после каждой команды структурирования.

Информация о текущем состоянии сегмента занимает один байт. В шесть младших разрядов (0...5) записывается номер активного блока, который начинает работать по следующей схеме. В шестой и седьмой разряды записываются биты информации после выполнения инструкций структурирования ОСТ, ЗСТ, ЕСТ (см. табл. 3.1).

Каждый блок сегмента может находиться в одном из двух состояний – активном и пассивном. На протяжении одного цикла сканирования программы в каждом сегменте может быть только один активный блок. Во время включения питания ПК во всех сегментах программы устанавливаются активными нулевые блоки.

Для опроса состояний битов ТД – входов или выходов, служебных битов, таймеров, счетчиков, а также для управления состоянием битов выходов используются логические инструкции. Логические инструкции разделяются на адресные и безадресные. Адреса бита должны находиться в границах 00000...377178. Операторы адресных и безадресных инструкций на языке релейно–контактных символов и на языке Буля приведены в табл. 3.1.

Если входное устройство находится в запертом состоянии, как, например, включенный конечный выключатель, то иницируется включенное состояние. Это состояние передается в соответствующий бит памяти. Если в программе встречается инструкция опроса на включение с этим адресом, процессор определяет, что входное устройство включено, и считает инструкцию соответствующей действительности. Если входное устройство размыкается, то процессор считает эту инструкцию ошибкой.









Выходная инструкция возбуждается (бит включается), если входная инструкция соответствует действительности. Если же входная инструкция ошибочная (вход разомкнутый), то незафиксированный выход размыкается.

Если в цепи содержатся еще входные инструкции, то выходная инструкция возбуждается, если может быть найден по крайней мере один запертый путь из логических истинных инструкций, который ведет от шины питания к выходной инструкции. Если такого пути не существует, то незафиксированные выходы выключаются. Пример двух цепей показан на рис. 3.1, а. Выход 00010 возбуждается, если контакт 10100 заперт. Выход 00011 возбуждается, если контакты 10101 и 10202 или контакты 10103 и 10102 заперты.

3. ИНСТРУКЦИИ ФИКСАЦИИ ФИКСАЦИИ И РАСФИКСАЦИИ

Инструкции фиксации и расфиксации выхода являются выходными инструкциями, которые сохраняются, и обычно используются вместе для управления битом ТД.

Таблица 3.1 – Операторы адресных и безадресных инструкций на языке релейно–контактных символов и на языке Буля

Операторы инструкций на языке релейно–контактных символов				Операторы инструкций на языке Буля			
адресных		безадресных		адресных		безадресных	
Мне–мокод	Наи–мено–вание	Мне–мокод	Наи–мено–вание	Мне–мокод	Наи–мено–вание	Мне–мокод	Наи–мено–вание
	Прямой опрос входа		Начало суммы	\cdot	Конъюнкция	$($	Скобка открывающая
	Инверсный опрос входу		Конец суммы	$\cdot /$	Конъюнкция с инверсией	$)$	Скобка закрывающая
	Включить вход		Сумма	$=$	Пристроить	$+$	Дизъюнкция
	Включить выход и зафиксировать			$= S$	Пристроить 1 и зафиксировать		
	Выключить выход и зафиксировать			$= R$	Пристроить 0 и зафиксировать		

Если адрес инструкции фиксации отвечает адресу зажима выходного модуля, то выходное устройство, соединенное с этим зажимом, включается во время включения бита, который определяется условиями его цепи.

Если в цепи может быть найден запертый путь из логически соответствующей действительности инструкций, то инструкция фиксации выхода включает бит, который ею управляет. Если условия в цепи перестают быть соответствующими действительности, то бит, который управляет инструкцией фиксации, остается включенным, если он перед этим был включен.

Инструкция расфиксации имеет тот же адрес, что и инструкция фиксации, используется для выключения бита памяти. Если в цепи устанавливается запертый путь из логически соответствующей действительности инструкций, инструкция расфиксации выключает управляемый бит.

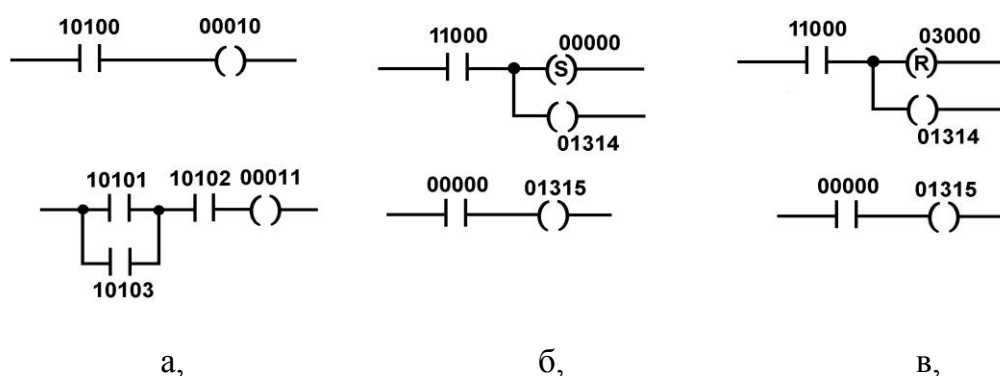


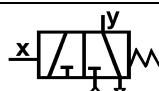
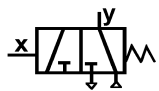
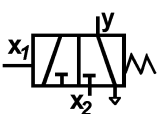
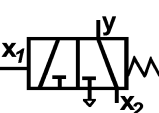
Рисунок 3.1 – Пример реализации функций

Если ПК переходит из режима РАБОТА в режим ПРОГРАММИРОВАНИЯ или происходит потеря питания, последняя из включенных инструкций фиксации или расфиксации сохраняет состояние бита, которым управляет. Во время перехода в режим РАБОТА выходное устройство, которое отвечает зафиксированному биту, сразу включается, даже если условия в цепи ошибочные.






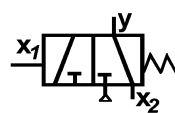





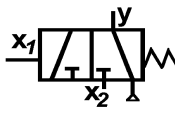





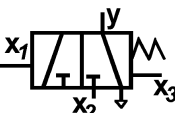





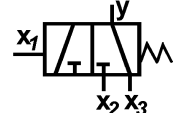






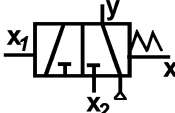
Программа потребителя может опрашивать бит, который управляется инструкциями фиксации и расфиксации, произвольное число раз. Пример включения катушки с фиксацией показан на рис. 3.1, б, а пример выключения катушки с фиксацией показан на рис. 3.1, в.

Рассмотрим реализацию логических функций и функциональных устройств программным способом. Для улучшенного восприятия материала программы для ПК прокомментируем соответствующую реализацию с использованием распределительной аппаратуры. Реализация логических функций представлена в табл. 3.2, а реализация триггеров – в табл. 3.3.

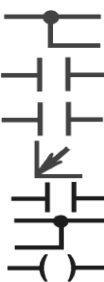
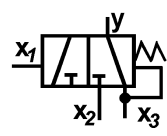
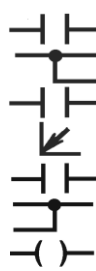
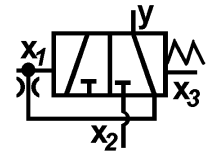
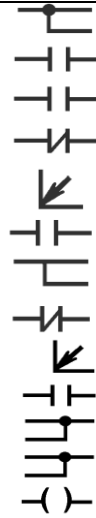
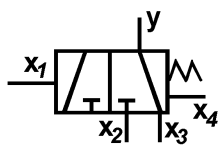
Таблица 3.2 – Реализация логических функций

Логическая функция	Программная реализация	Реализация с использованием распределителя
1	2	3
$y = x$	$\neg \mid \vdash 10000$ $\neg () \vdash 00010$	
$y = \bar{x}$	$\neg \mid \vdash 10000$ $\neg () \vdash 00010$	
$y = x_1 x_2$	$\neg \mid \vdash 10000$ $\neg \mid \vdash 10001$ $\neg () \vdash 00010$	
$y = \bar{x}_1 x_2$	$\neg \mid \vdash 10000$ $\neg \mid \vdash 10001$ $\neg () \vdash 00010$	

Продолжение табл. 3.2

1	2	3
$y = x_1 + x_2$	    	
$y = \bar{x}_1 + x_2$	    	
$y = x_1 x_2 \bar{x}_3$	    	
$y = \bar{x}_1 x_3 + x_1 x_2$	    	
$y = \bar{x}_1 + x_2 + x_3$	     	

Окончание табл. 3.2

1	2	3
$y = x_1 x_2 + x_3$	 10000 10001 10002 00010	
$y = x_1(x_2 + x_3)$	 10000 10001 10002 10010	
$y = x_1 x_2 \bar{x}_4 + x_3(\bar{x}_1 + x_4)$	 10000 10001 10003 10002 10000 10003 00010	

Рассмотрим пример, в котором два гидроцилиндра перемещаются по заданному циклу $U_1^+ U_2^+ U_2^- U_1^-$ (см. рис. 3.2).

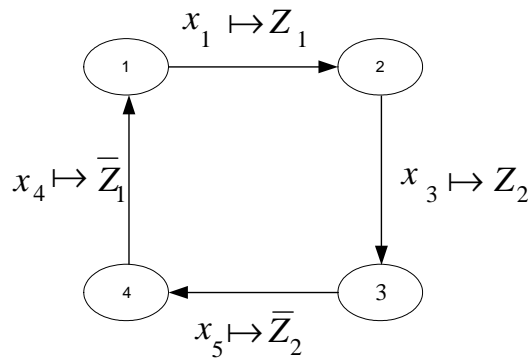


Рисунок 3.2 – Граф операций

Логические уравнения в этом случае могут быть получены непосредственно по графу, исходя из того, что каждой вершине отвечает элемент памяти. При этом каждый следующий элемент памяти включается конъюнкцией сигналов с выхода предшествующего и соответствующего входного сигнала, а выключается сигналом с выхода следующего ему элемента памяти.

Таким образом, получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} S_1 &= x_1 y_4; & R_1 &= y_2; & z_1 &= y_1; \\ S_2 &= x_3 y_1; & R_2 &= y_3; & z_2 &= y_2; \\ S_3 &= x_5 y_2; & R_3 &= y_4; & \bar{z}_2 &= y_3; \\ S_4 &= x_4 y_3; & R_4 &= y_1; & \bar{z}_1 &= y_4, \end{aligned}$$

где S_1, \dots, S_4 – включение ЭП; R_1, \dots, R_4 – выключение ЭП; y_1, \dots, y_4 – выход ЭП.

Соответствующая этой системе логических уравнений программа для МикроДат, записанная в символах релейно–контактных схем, имеет следующий вид:

0 НСТ 00	19 — — 01000
1 НБЛ 00	20 —(S)— 01001
2 — — 10706	21 — — 01001
3 —(R)— 01000	22 —()— 00711
4 —(R)— 01001	23 —(R)— 01000
5 —(R)— 01002	24 — — 10704
6 —(R)— 01003	25 — — 01001
7	26 —(S)— 01002
8 — — 10700	27 — — 01002
9 — — 10701	28 —()— 00713
10	29 —(R)— 01001
11 — — 10701	30 — — 10703
12 — — 01003	31 — — 01002
13	32 —(S)— 01003
14 —(S)— 01000	33 — — 01003
15 — — 01000	34 —()— 00712
16 —()— 00710	35 —(R)— 01002
17 —(R)— 01003	36 НСТ 77
18 — — 10702	37 НПП 77

В этой программе принято следующее соответствие входов и выходов:

x_1 — 10700 (кнопка пуска); x_2 — 10701; x_3 — 10702; x_4 — 10703; x_5 — 10704; z_1 — 00710; \bar{z}_1 — 00712; z_2 — 00711; \bar{z}_2 — 00713; $S_1...S_4$ — включение ЭП; $R_1...R_4$ — выключение ЭП.

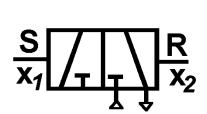

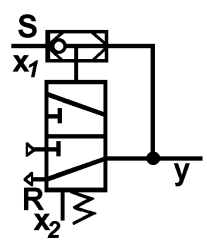

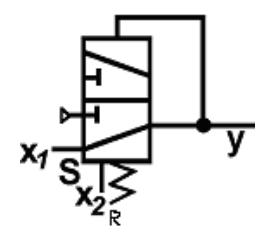
Таким образом, программа содержит 37 инструкций.

Программируемые контроллеры МВ 57.0, МУ 58.0 и прочие позволяют реализовать временные функции таймера с задержкой на включение, таймера с задержкой на выключение, накапливающего таймера, счетчика на вычитание, счетчика на сложение, счетчика циклов и др.

Синтез логических уравнений или непосредственный синтез программ целесообразно осуществлять с использованием ЭВМ, поскольку

это значительно сокращает время программирования и позволяет предотвратить ряд ошибок, которые зависят от квалификации разработчиков.

Таблица 3.3 – Реализация логических функций

Функция триггера с раздельными входами	Программная реализация	Реализация с использованием распределителей и клапанов
RS $S = x_1$ $R = x_2$	$\neg \neg \neg \neg$ 10000 $\neg(S)$ 01000 $\neg \neg \neg \neg$ 10001 $\neg(R)$ 01000	
С доминирующим нулем $y = \bar{R}(S + y)$ $S = x_1$ $R = x_2$	$\neg \neg \neg \neg$ 10001 $\neg \neg \neg \neg$ 10000  $\neg \neg \neg \neg$ 01000 $\neg \neg \neg \neg$ $\neg(S)$ 01000	
С доминирующей единицей $y = S + \bar{y}R$ $S = x_1$ $R = x_2$	$\neg \neg \neg \neg$ $\neg \neg \neg \neg$ 10000  $\neg \neg \neg \neg$ 01000 $\neg \neg \neg \neg$ 10001 $\neg \neg \neg \neg$ $\neg(S)$ 01000	

Во время проектирования систем управления гидро– и пневмоприводов, графы операций которых содержат несколько поочередно работающих контуров, для многорежимного технологического процесса участки программы, которые отвечают контурам на графе, можно объединить в блоки. В блоки можно занести наладочный, автоматический и прочие режимы работы.

4. СВОБОДНОКОМПАНУЕМЫЕ МОДУЛИ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОНТРОЛЛЕРА

Основные сведения о назначении модулей приведены в табл. 4.1

Таблица 4.1 – Назначение модулей

Наименование, шифр	Функциональное назначение
1	2
Каркас МК 10.13–03	Для конструктивного объединения и электрического соединения источника электропитания, модуля микропроцессорного и модулей ввода–вывода с целью организации их совместного функционирования
Источник питания МВ 91.22	Для электрического питания стабилизированным напряжением постоянного тока программируемых контроллеров МикроДат. Источник обеспечивает такие номиналы напряжений и токов питания модулей контроллера: 5В, 12А; 12В, 0,5А; –5В, 0,02А; +12В, 0,5А. Выходной сигнал ГОТ – интерфейсный. Напряжения питания 220В, 110В; частота 50Гц; ККД не больше 0,5; масса не больше 3,3 кг
Модуль микропроцессо рный МС 59.07	Для отработки, сохранения информации и управления модулями ввода–вывода. Рабочая температура воздуха во время эксплуатации +5...+60 С, атмосферное давление 84,0...106,7 КПа. Процессор стойкий к влиянию синусоидальных вибраций с диапазоном частот 5...35 Гц, амплитудой смещения 0,35 Гц. Содержит энергозависимое с подпиткой от резервного источника питания ОЗУ емкостью 4К слов (16 разрядов). Резервный источник питания обеспечивает сохранение информации в энергонезависимой памяти во время выключения основного источника питания. Время сохранения информации в энергозависимой памяти при этом не меньше 10 с. Процессор имеет последовательный канал связи с периферийными устройствами.

Продолжение табл.4.1

Модуль ввода дискретных сигналов постоянного тока МС 34.08–03	Для преобразования входных дискретных сигналов к уровням, принятым в интегральных микросхемах с гальваническим распределением входных и выходных цепей. Число каналов (входных сигналов) 8; ток, который потребляется одним каналом модуля, не более 0,016 А; время задержки сигналов на выходе модуля относительно сигналов на входе составляет 10 ± 2 мс; питание модуля $5 \pm 0,25$ В; потребляемая мощность не более 2,1 Вт; напряжение питания от внешнего источника 24 ± 1 В
Модуль вывода дискретных сигналов постоянного тока МС 35.18.01	Для усиления дискретных сигналов и управления маломощными аппаратами. Число каналов (выходных сигналов) 8; выходной ток не более 2 А; максимальное напряжение на выходе 30 В; питание от внешнего источника напряжением 24 В.
Модуль вывода непрерывных сигналов постоянного тока МС 31.14–01	Для преобразования непрерывных сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока в двоичном коде. Напряжение питания 5 В; потребляемая мощность 2,7 Вт; электрическое питание от внешнего стабилизированного источника постоянного тока напряжением 24 В. Входные непрерывные сигналы: напряжение 0...5 В; –5...+5 В; 0...10 В; –10...+10 В; постоянный ток 0...20 МА; 4...20 МА; –20...+20 МА.
Модуль вывода непрерывных сигналов постоянного тока МС 32.09–01	Для принятия, сохранения, преобразования двоичного нормального кода в унифицированные непрерывные сигналы постоянного тока и напряжения. Электрическое питание от внешних источников: напряжение +5 В; ток не больше 0,25 А; +24 В; не больше 0,35 А. Выходные не интерфейсные сигналы: напряжение 0...+10; –10...0...+10 В; ток 0...+20 МА; +4...+20 МА

Окончание табл.4.1

<p>Модуль ввода импульсных сигналов МС 34.23–02</p>	<p>Для подсчета числа импульсов от разных источников импульсных сигналов и управления маломощными аппаратами. Ток потребления по цепи 5 В не более 1,0 А; максимальный объем счетчика 4095; максимальная частота импульсов 50 КГц.</p> <p>Выходные сигналы модуля: напряжение 30 В, ток 0,5 А.</p> <p>Логическая «1» 8,4...14,4 В, логический «0» 0...3,6 В.</p>
<p>Расширитель интерфейса МС 99.03.03</p>	<p>Для увеличения нагрузочной способности и физической длины интерфейсной магистрали интерфейса ИМО.</p> <p>Питание постоянным током от двух стабилизированных источников питания +5 В; ток, который потребляется субблоком, не больше 1 А.</p>

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Составить компоновку микропроцессорного контроллера для системы управления токарным станком, граф операций описания работы которого представлен на рис. 5.1, а таблица взаимодействия входных и исполнительных устройств представлена в табл. 5.1.

2. Для системы управления токарным станком, граф операций описания работы которого представлен на рис. 5.1, а таблица взаимодействия входных и исполнительных устройств представлена в табл. 5.1. Написать программу управления в мнемосодах контроллера.

3. Составить компоновку микропроцессорного контроллера для системы регулирования гидротурбины. Количество аналоговых входов – 8. Количество дискретных входов – 12. Количество аналоговых выходов – 3. Количество дискретных выходов – 6.

4. Для газопровода, имеющего 4 крана–задвижки, управляющихся пневмоцилиндрами, по следующему циклу $C_1C_2C_3\bar{C}_1C_4\bar{C}_2\bar{C}_3\bar{C}_4$, составить компоновку микропроцессорного контроллера для пневматической системы управления.

5. Для газопровода, имеющего 4 крана–задвижки, управляющихся пневмоцилиндрами по следующему циклу $C_1C_2C_3\bar{C}_1C_4\bar{C}_2\bar{C}_3\bar{C}_4$, построить граф операций и составить программу управления в мнемосодах контроллера.

6. Для системы регулирования гидротурбины, включающей регулирование открытием лопаток направляющего аппарата и лопастей рабочего колеса составить компоновку микропроцессорного контроллера, из условия: 15 дискретных входов; 9 дискретных выходов; 5 аналоговых входов; 4 аналоговых выходов; 1 импульсных входов.

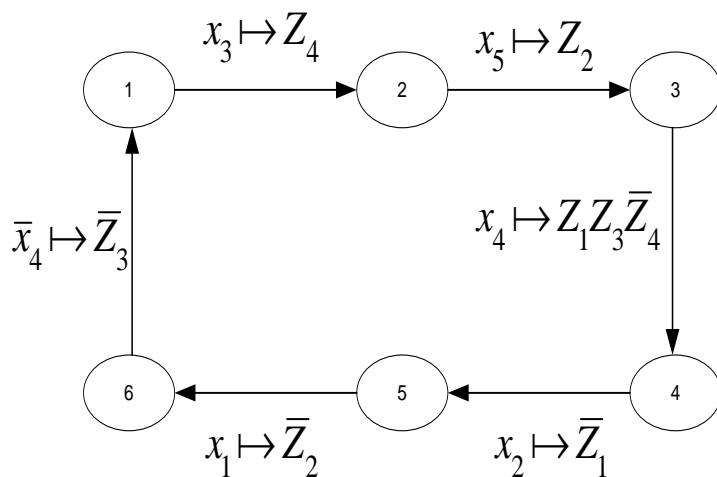


Рисунок 5.1 – Граф операций модернизированного токарного станка:
 x_3 – кнопка пуска

Таблица 5.1 – Таблица взаимодействия входных и исполнительных устройств

Выходные сигналы СУ		Входные сигналы СУ	
Обозначение	Наименование операции	Исходное положение	Конечное положение
Z_1	Перемещение суппорта	x_1	x_2
Z_2	Выталкивание заготовки из зажима питателя в патрон	—	x_4
Z_3	Зажим заготовки	—	—
Z_4	Подача заготовки в зону обработки	—	x_5

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Черкашенко М. В. Структурный синтез и анализ схем гидропневмоавтоматики – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 297 с.
2. Черкашенко М. В. Автоматизація проектування систем гідро– і пневмоприводів з дискретним управлінням. (переклад з російської М.: Машиностроение, 1992) Харків: НТУ «ХП», 2001. – 182 с.
3. Черкашенко М. В и другие. Программирование микропроцессорных контроллеров для управления гидро – и пневмоприводами – М.: ВНИИТЭМР, 1988. – 49 с.
4. Черкашенко М.В., Юдицкий С.А. Автоматизация программирования микропроцессорных контроллеров для управления системами гидро – и пневмоприводов – М.: ВНИИТЭМР, 1990. – 36 с.

Содержание

Введение.....	3
1.Программируемые микропроцессорные контроллеры	6
2.Программное обеспечение программируемых контроллеров.....	8
3.Инструкции фиксации и расфиксации.....	15
4.Свободнокомпонуемые модули микропроцессорного контроллера.....	23
5.Контрольные задания.....	26
Список литературы.....	28

Навчальне видання

Програмно – технічний комплекс для керування гідрофікованим
обладнанням

Методичні вказівки
до виконання самостійних робіт студентів за дисципліною «Системи
автоматичного регулювання та керування»
для аспірантів, магістрів і студентів, які навчаються за спеціальностями:
«Гідропневмоавтоматика нафтогазового устаткування»,
«Гідроенергетика», «Машини та механізми нафтогазових промислів», у
тому числі для іноземних студентів

Укладачі: ЧЕРКАШЕНКО Михайло Володимирович
ПОТЕТЕНКО Олег Васильович
ГАСЮК Олександр Іванович

Відповідальний за випуск проф. ЧЕРКАШЕНКО М.В.

Роботу до видання рекомендував проф. ПОТЕТЕНКО О. В.

В авторській редакції

План 2019 р., поз. 11

Підп. до друку
Гарнітура Таймс.
Наклад 50 прим. Заст. №

Видавничий центр НТУ «ХПІ».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.
61002, Харків, вул. Кирпичева, 2.
